



**МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СОЛНЕЧНОЙ
ПОСТОЯННОЙ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ ИСП-2
НА ИСЗ «РЕСУРС - 01» № 4**

Ю.А. Скляров, Ю.И. Бричков, В.А. Воробьев, А.И. Котума, Н.В. Фомина

Приведено описание условий наблюдений модернизированным измерителем солнечной постоянной второго поколения и измерителем коротковолновой отраженной радиации со спутника «Ресурс-01» № 4 в 1998–1999 годах. Представлены предварительные результаты обработки измерений солнечной постоянной за 48 суток, уходящей коротковолновой радиации и альbedo за 109 суток.

В НИИ механики и физики Саратовского госуниверситета по заказу и при участии НИЦИПР Росгидромета был разработан и создан модернизированный измеритель солнечной постоянной второго поколения (ИСП-2) для продолжения совместного российско-французского эксперимента по измерению составляющих радиационного баланса Земли на искусственном спутнике Земли (ИСЗ) «Ресурс-01» № 4. Как и на предыдущем ИСЗ «Метеор-3» № 7 французская сторона была представлена сканирующим радиометром SCARAB. ИСП-2 по прежнему [1] объединял 3 измерительных канала, два из которых предназначены для измерений интегрального солнечного излучения, а третий представлял собой измеритель коротковолновой отраженной радиации (ИКОР) для измерения уходящей коротковолновой радиации (УКР) и альbedo. Конструктивно данная модель ИСП-2 отличалась от предыдущей тем, что два блока электроники были объединены в один с использованием современной элементной базы. Это привело к уменьшению общих габаритов и массы аппаратуры. Кроме того, была увеличена масса корпуса приемников солнечных каналов для повышения их тепловой инерции. Все основные технические характеристики остались прежними [1]. Корпус солнечных приемников установлен на следящей системе, ИКОР ориентирован надир. Общий вид данной модели ИСП-2 представлен на рис. 1.

Предполетная калибровка как солнечных каналов, так и канала ИКОР проводилась по Солнцу методом прямых сличений с использованием контрольных пиргелиометров НИИ механики и физики СГУ, которые привязаны к эталону Росгидромета – пиргелиометру Ангстрема А-212 с точностью 0.1 %, хранящему шкалу мирового радиационного эталона [1,2].

Вывод на орбиту состоялся 10.07.1998. Орбита гелиосинхронная, близка к круговой, средняя высота 830 км, наклон к плоскости экватора 98.8°, период обращения 101.3 мин, угловое расстояние по экватору между нисходящим узлом орбиты и кругом склонения Солнца в среднем составляло 27.3°, местное время пересечения экватора в нисходящем узле около 10 часов, в восходящем – соответственно около 22 часов. Первое включение ИСП-2 состоялось 3.08.1998,

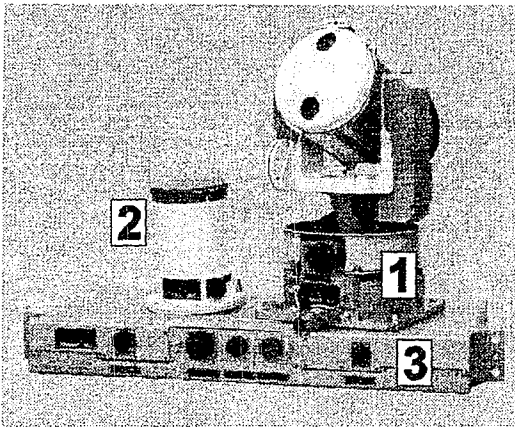


Рис. 1. Комплект системы ИСП-2 на ИСЗ «Ресурс-01» № 4: 1 – блок наружный ИСП-2; 2 – блок наружный ИКОР; 3 – блок электроники

место блока наружного со следящей системой и расположенными на ней приемниками солнечных каналов находилось между осями X и Y (здесь X – направление мгновенной скорости движения ИСЗ, Y – направление к северному полюсу орбиты). Таким образом, для наблюдений со спутника «суточные» витки Солнца располагались вокруг оси Y со стороны северного полюса орбиты. Следящая система осуществляла движение по азимуту в пределах $\pm 90^\circ$ от некоторого среднего положения, которое составляло угол около 45° от направления оси Y . Это позволяло производить подряд 7÷8 отсчетов солнечного излучения после выхода ИСЗ на освещаемую часть витка (продолжительность каждого полного отсчета составляла 2 мин). В сутки ИСЗ проходил 14.22 витка.

В течение витка блок наружный освещался 65 мин и около 35 мин находился в тени Земли, что вызывало колебания температуры корпуса приемников солнечных каналов в пределах 12÷14 градусов за виток. Отсчеты солнечного излучения производились сразу после выхода ИСЗ из тени Земли и начала уверенного «захвата» Солнца следящей системой по азимуту и углу места. В корпусе приемников солнечных каналов имелся датчик температуры, показания которого снимались синхронно с солнечными отсчетами.

С октября 1998 года по февраль 1999 года имело место постоянное повышение температуры корпуса приемников при указанных колебаниях за виток, что невозможно объяснить только приближением Земли к перигелию. В силу этой причины рост температуры должен был прекратиться в начале января. Полученные величины солнечной постоянной (СП) оказались пропорциональными температуре корпуса приемников, что позволило найти уравнение регрессии и учесть зависимость показаний от температуры аналогично тому, как это осуществлялось в других экспериментах (см., например, [3]).

В августе 1998 года измерения СП проводились с перерывами в течение 7 суток. Среднее значение СП за август составило $1363.8 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$. Затем измерения были продолжены с 27 октября 1998 года по 13 февраля 1999 года. В силу условий работы ИСЗ они также происходили с перерывами (всего 41 сутки). Среднее значение СП за этот период составило $1364.5 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ при среднем квадратическом отклонении около 0.01%. Следует отметить, что при этом имели место довольно большой разброс отдельных значений СП и даже выбросы, что можно объяснить частыми включениями и выключениями ИСП-2 в процессе летно-конструкторских испытаний ИСЗ. На рис. 2 приведены предварительные результаты измерений СП.

В целом общий ход величин СП соответствует данным от других радиометров, в том числе от гелиосферной космической станции СОХО, представленным в сети Интернет. В среднем наши результаты примерно на 0.17 % ниже, чем от радиометров СОХО.

выдача информации прекратилась 8.04.1999. Следует отметить, что включение ИСП-2 проводилось довольно нерегулярно, особенно в первые месяцы, однако в целом за счет обеспечения режима круглосуточного накопления и передачи данных получен значительный объем информации о солнечной постоянной, УКР и альbedo.

Ниже представлены основные результаты предварительной обработки материалов наблюдений.

Наблюдения Солнца. Гелиосинхронная орбита ИСЗ «Ресурс-01» № 4 обеспечивала практически неизменные условия наблюдений Солнца на каждом витке в течение всего года. Посадочное

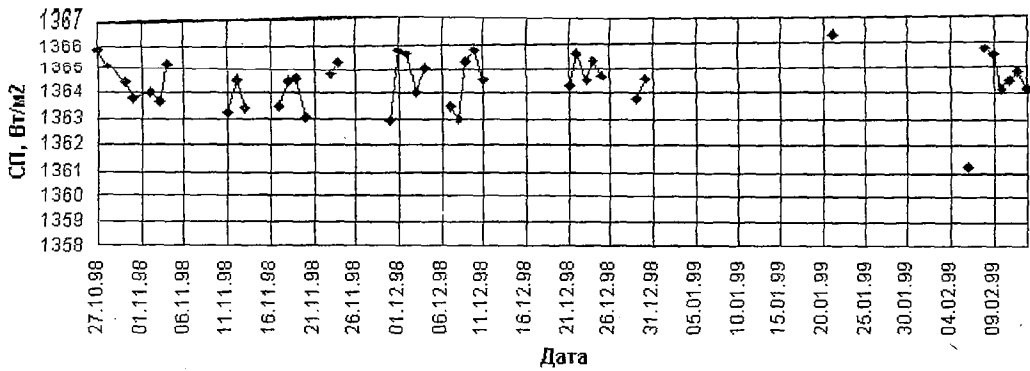


Рис. 2. Фрагмент измерений СП аппаратурой ИСП-2 на ИСЗ «Ресурс-01» № 4

Измерения УКР и альbedo. За весь период активного существования ИСЗ измерения с помощью ИКОР проводились в течение 109 суток. Календарь распределения работы ИКОР по месяцам представлен на рис. 3. Отсчеты УКР проводились через каждую минуту, за весь указанный период было произведено 86034 отдельных измерения. Как и в предыдущем эксперименте, на ИСЗ «Метеор-3» № 7 минимальные ночные отсчеты брались в качестве нулевых. В большинстве месяцев обеспечивалось глобальное покрытие измерениями земной поверхности, когда данные наблюдений получались непрерывно в течение ряда суток. Это дает возможность построения карт глобального распределения среднемесячных величин УКР и альbedo аналогично тому, как это производилось по данным с ИСЗ «Nimbus-6» [4].

В итоге накоплен и систематизирован большой массив данных, разработаны соответствующие программы обработки. Как и ранее, расчеты УКР и альbedo проводились методом «фактора формы» [2]. В качестве примера на рис. 4 приведен ход мгновенных значений альbedo для одного из витков 22 декабря 1998 года и текущие координаты подспутниковой точки.

Построение карт глобального распределения УКР и альbedo производилось с разбивкой поверхности земного шара на такие же ячейки, как и в работе [4]. Вся

Число рабочих витков аппаратуры ИКОР на ИСЗ «Ресурс-01» №4

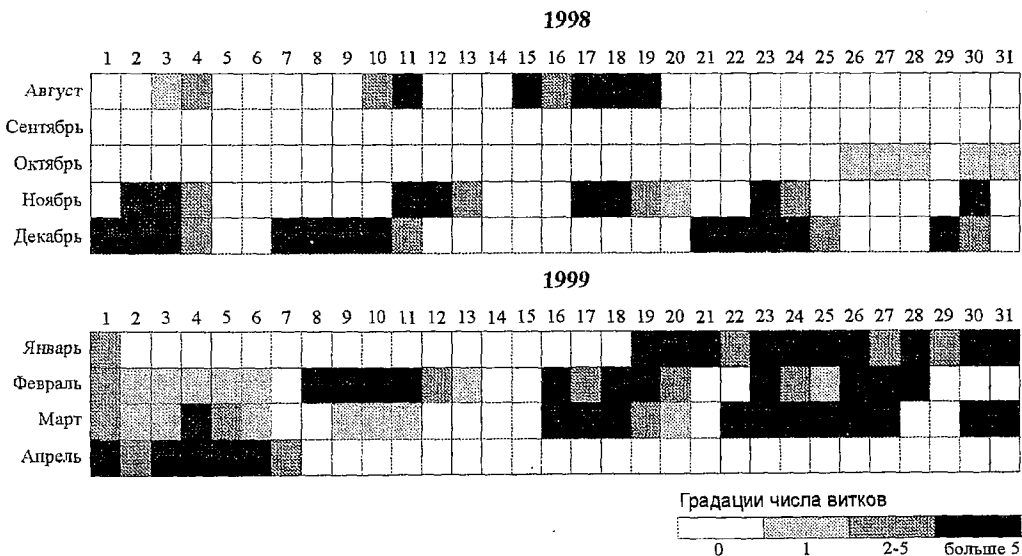


Рис. 3. Календарь работы ИКОР на ИСЗ «Ресурс-01» № 4

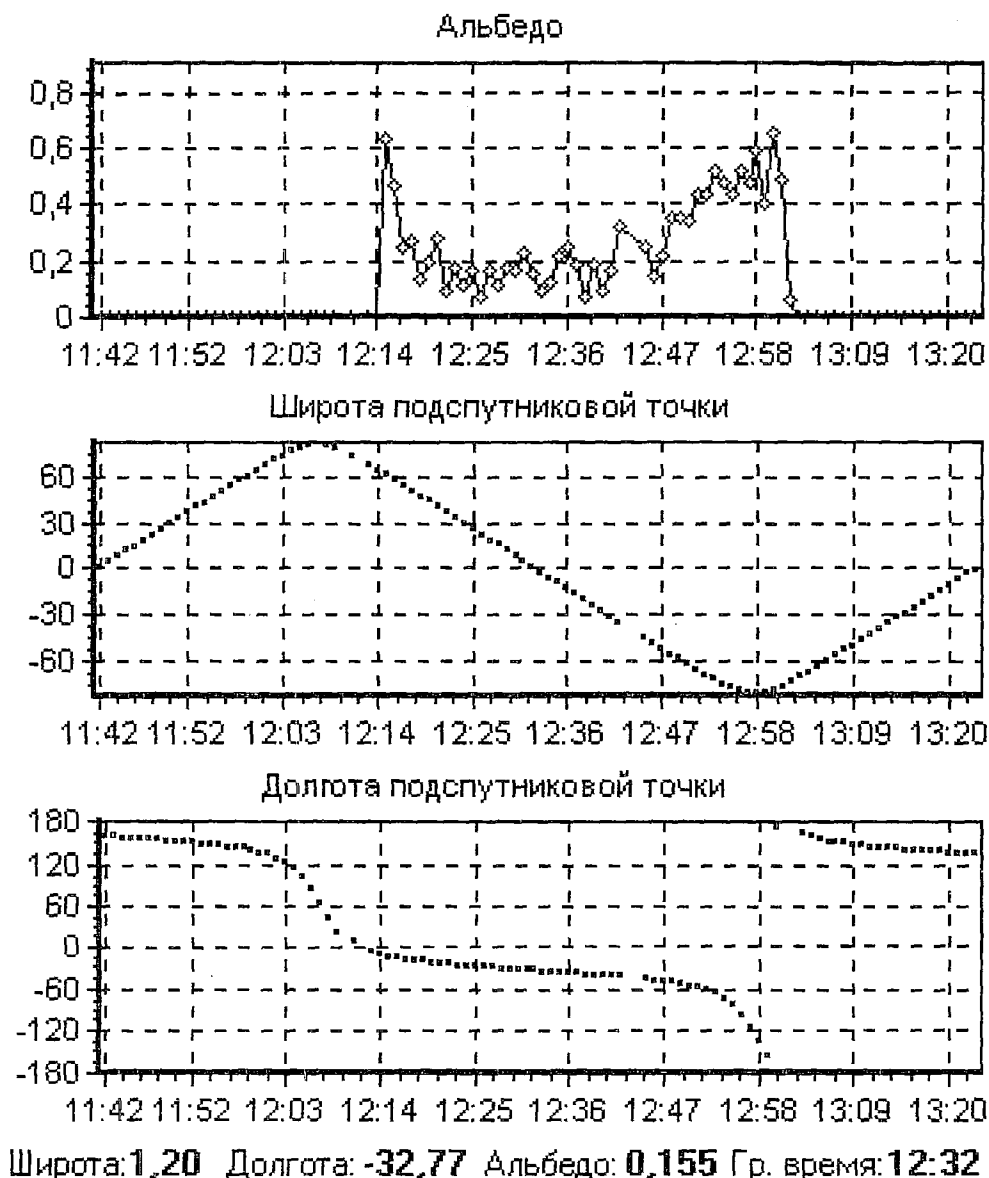


Рис. 4. Пример записи мгновенных значений альbedo и координат подспутниковой точки

поверхность Земли делится на широтные зоны шириной 5° . Две приэкваториальные зоны ($0^\circ \dots 5^\circ$ и $0^\circ \dots -5^\circ$) делятся на 72 ячейки $5^\circ \times 5^\circ$. Все другие широтные зоны делятся на ячейки с площадями, близкими к площадям ячеек в приэкваториальной зоне. По мере приближения к полюсам число ячеек уменьшается, так что околополюсные зоны имеют по три ячейки. Всего получается при таком разбиении 1654 ячейки. По каждой ячейке вычислялись среднемесячные значения УКР и альbedo. Для наглядного представления карты распределения строились для различных вариантов интервалов изменения по ячейкам средних величин УКР и альbedo. На рис. 5 приведен один из вариантов такого построения за март 1999 года. Следует отметить, что для данного месяца характерны похожие условия освещения Солнцем в северном и южном полушариях (измерения проводились вблизи дня весеннего равноденствия). Это и

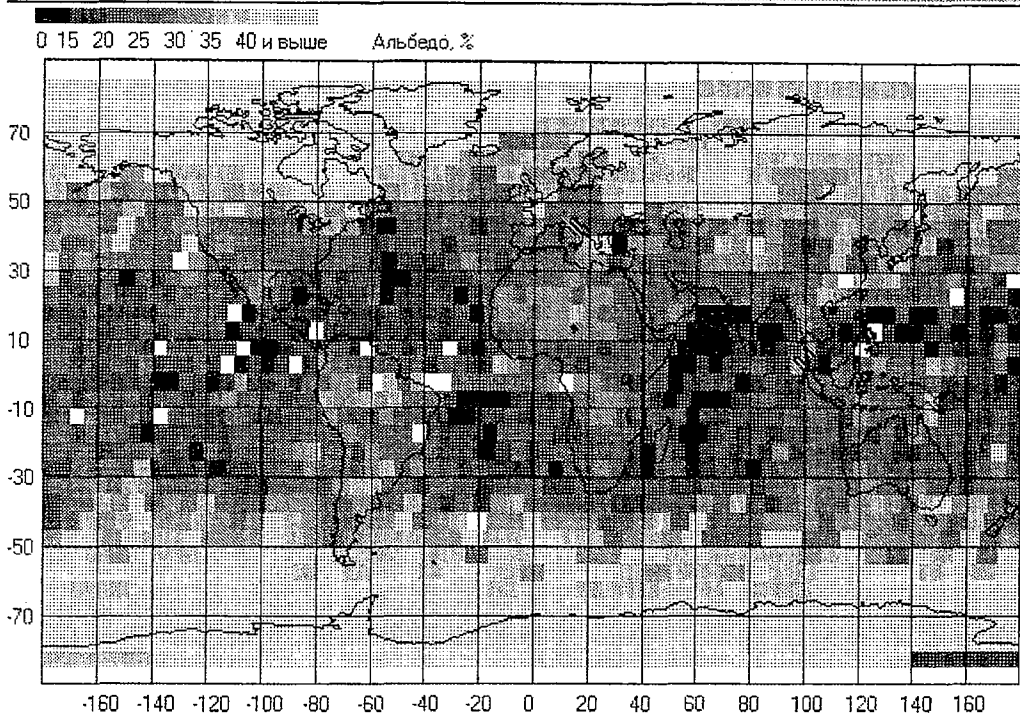


Рис. 5. Карта глобального распределения среднемесячного альbedo в марте 1999

отражено на карте распределения альbedo. Работа по анализу и интерпретации результатов продолжается.

В итоге по опыту эксплуатации ИСП-2 на ИСЗ «Метеор-3» № 7 и «Ресурс-01» № 4 можно сделать вывод о целесообразности использования этой аппаратуры для долговременного спутникового мониторинга составляющих радиационного баланса системы Земля – атмосфера.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 00-05-64798), ГНТП «Астрономия» (проект № 1.5.3.5) и СМЦПИ (Проект № 99-2-01).

Библиографический список

1. Скляров Ю.А., Бричков Ю.И., Пахомов Л.А. и др. Измеритель солнечной постоянной второго поколения на спутнике «Метеор-3» №7 // Исследование Земли из космоса. 1995. № 4. С.17.

2. Скляров Ю.А., Бричков Ю.И., Воробьев В.А., Котума А.И. Изменения уходящего коротковолнового излучения и альbedo радиометром ИКОР с ИСЗ «Метеор-3» № 7 // Исследование Земли из космоса. 1999. № 2. С.15.

3. Frohlich C., Romero J. Jahresbericht. Annual Report PMO WRC. Davos: Dorf, 1993. 11 p.

4. Bess T.D., Green R.N., Smith G.L. Deconvolution of wide field-of-view radiometer measurement of Earth emitted radiation. Pt.II: Analysis of first year of «Nimbus-6" ERB data // J. Atmospher. Sci. 1981. Vol. 38. P. 474.

Саратовский государственный
университет

Поступила в редакцию 21.09.2000

MODERNIZED SOLAR MONITOR OF SECOND GENERATION FROM «RESURS-01» № 4 SATELLITE

Yu.A. Sklyarov, Yu.I. Brichkov, V.A. Vorobyov, A.I. Kotuma, N.V. Fomina

Description of conditions for modernized solar constant monitor of second generation and shortwave reflected radiation monitor from «Resurs-01» №4 satellite on 1998–99 are given. Some preliminary results of procession of solar constant measurements for 48 days and of outgoing shortwave radiation and albedo measurement for 109 days are presented.



Скляров Юрий Андреевич родился в Ставропольском крае в 1931 году 27 января. Окончил в 1953 физический факультет Саратовского госуниверситета по специальности «астрономия» и работал в СГУ до 1955 года. По партийной путевке работал в 1955–60 годах председателем колхоза в Безьянском районе Саратовской области. В 1960–69 годах ассистент, старший преподаватель, доцент, декан, проректор по учебной работе Саратовского педагогического института. С 1969 года работает в СГУ доцентом, начальником Станции наблюдений ИСЗ. С 1984 года по настоящее время заведующий кафедрой метеорологии и климатологии. В 1995–99 годах первый проректор, с 1999 года советник ректора. Кандидат физико-математических наук (1965), доктор технических наук (1984). Научные интересы – физика Солнца и солнечно-земные связи, пиргелиометрия, радиационный баланс Земли. Опубликовал более 180 научных работ, 6 монографий и книг, монография «Пиргелиометрия» издана на английском языке, имеет 12 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Главный конструктор

аэростатной и космической измерительной техники. Награжден золотой и серебряной медалями ВДНХ, знаком «Изобретатель СССР», медалью им. Ю.А.Гагарина, двумя орденами «Знак Почета». Действительный член Международной АН высшей школы по направлению «физика космического пространства».



Бричков Юрий Иванович – родился в Ярославской области (1946). Окончил Саратовский госуниверситет (1968). После окончания СГУ работал в НИИ ГРП Рязани, с 1970 года работает в НИИ механики и физики СГУ. Защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук (1979) в Главной геофизической обсерватории по специальности «геофизика, физика атмосферы». Заведующий лабораторией астрономических и геофизических исследований. Область научных интересов – пиргелиометрия, исследования составляющих радиационного баланса Земли с летательных аппаратов. Автор и соавтор более 60 публикаций в отечественных и зарубежных изданиях.



Воробьев Владимир Анатольевич – родился в Саратове (1958). Окончил Саратовский госуниверситет (1980). После окончания СГУ работает в НИИ механики и физики СГУ, в настоящее время – в должности научного сотрудника. Область научных интересов – автоматизация актинометрических измерений, исследования составляющих радиационного баланса Земли с летательных аппаратов. Автор и соавтор ряда статей в отечественных и зарубежных изданиях.



Котума Александр Иванович – родился в Куйбышеве (1973). Окончил Саратовский госуниверситет (1995). Защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук в МГУ (1998) по специальности «метеорология, климатология и агрометеорология». В настоящее время доцент кафедры метеорологии и климатологии СГУ. Имеет более 20 научных публикаций. Область научных интересов – изучение компонентов радиационного баланса Земли по данным спутниковых измерений.



Фомина Наталья Владимировна – родилась в 1971 году. Окончила географический факультет СГУ по специальности «метеорология» (1994). После окончания работала ассистентом, в настоящее время аспирант кафедры метеорологии и климатологии СГУ. Автор 7 научных публикаций, включая монографию. Область научных интересов – метеорология и радиационный баланс Земли.



Вышла в свет книга

Тьюринг А.М. *Может ли машина мыслить?* Саратов, Издательство ГосУНЦ «Колледж», 1999, 100с. ISBN 5–900–641–84–8

В книге помещены переводы двух статей: А.М. Тьюринга «Может ли машина мыслить?» и Дж. фон Неймана «Общая и логическая теория автоматов», опубликованных в 1950 г. и в 1951 г., соответственно. Несмотря на столь значительный срок, прошедший со дня опубликования этих статей, они не утратили свежести и интереса для специалистов в области теории автоматов и кибернетики, знакомых с более поздними работами на темы, затронутые в этих статьях. Они написаны популярно, без всякого математического аппарата и доступны широкому кругу читателей. Перевод статей на русский язык осуществлен Ю.А. Даниловым.

*Заинтересованный читатель может заказать книгу
наложенным платежом по электронной почте*

e-mail: subscribe@uni.udm.ru; and@cas.ssu.runnet.ru

